

PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN ALAT PENGONTROLAN INTERFACE PENGAMAN LISTRIK PERALATAN ELEKTRONIK RUMAH TANGGA BERBASIS ARDUINO

Derlini^{1*}, Zulkarnain Lubis²

¹⁾ Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Medan (ITM). Kodepos 20217, Kota Medan.

²⁾ Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Medan (ITM). Kodepos 20217, Kota Medan.

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Dikirim 15 Agustus 2020
Direvisi dari 02 September 2020
Diterima 30 November 2020

Kata Kunci:

Sistem proteksi, tundaan start, arduino, bahasa C, code vision avr.

ABSTRAK

Salah satu penyebab kerusakan peralatan elektronik adalah seringnya terjadi pemadaman. Penyebabnya bukan karena pemadamannya, akan tetapi saat listrik hidup kembali. Hal ini sering terjadi karena saat listrik dihidupkan kembali oleh PLN, tegangan akan lebih tinggi saat baru hidup kemudian setelah beberapa saat baru normal kembali. Untuk mengatasi masalah tersebut dapat dibuat sebuah sistem pengaman dengan tundaan waktu. Berbasiskan sebuah kontroler arduino dan sensor tegangan, sistem bekerja menunda waktu saat listrik mulai aktif. Saat penundaan, kontroler akan membaca tegangan PLN. Jika tegangan PLN masih tinggi maka tundaan akan diperpanjang hingga tegangan kembali normal. Batas ketinggian tegangan diatur pada 235V melalui pemrograman. Program dibuat dengan bahasa C dengan bantuan perangkat lunak code vision avr 3.27. Relay akan aktif jika tegangan telah normal sehingga arus dapat disalurkan ke beban. Selain membaca tegangan, kontroler juga akan menampilkan besar tegangan terbaca pada sebuah display LCD. Hasil pengujian menunjukkan alat bekerja dengan respon cukup baik. Tundaan waktu sebesar 5 detik dimulai setelah tegangan normal yaitu dibawah 235V. Selain pengaman saat pemadaman, sistem juga bekerja dan memproteksi jika tegangan mengalami fluktuatif dan melebihi 235V.

© 2020 Jurnal Ilmiah JURUTERA. Di kelola oleh Fakultas Teknik. Hak Cipta Dilindungi.

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan sebuah bentuk energi yang sangat dibutuhkan oleh manusia karena efisiensi dan kemudahan dalam banyak hal misalnya, menyimpan, memindahkan dan mendistribusikannya. Disamping itu banyak peralatan baru diciptakan yang menggunakan tenaga listrik, misalnya mesin ketik, komputer, mesin cuci, kompor listrik, oven, microwave, hairdryer dan sebagainya. Oleh karena itu, listrik sangat dibutuhkan untuk mendukung aktivitas manusia baik di perkantoran maupun rumah tangga.

Dalam pemeliharaan peralatan elektronik membutuhkan suatu cara yang benar agar umur pemakaian alat tersebut lebih lama dan awet. Salah satu penyebab kerusakan peralatan elektronik adalah seringnya terjadi pemadaman. Penyebabnya bukan karena pemadamannya, akan tetapi saat listrik hidup kembali. Hal ini sering terjadi karena saat listrik dihidupkan kembali oleh PLN, tegangan akan lebih tinggi saat baru hidup kemudian beberapa saat baru normal kembali. Hal tersebut akan merusak peralatan

yang lebih sensitif misalnya lampu penerangan, komputer, dan sebagainya. Penyebab kenaikan tegangan tersebut dapat diakibatkan oleh beberapa hal, salah satunya adalah saat PLN menswith ON, banyak beban yang belum aktif karena ada beberapa diantaranya masih menggunakan genset. Oleh karena itu drop tegangan PLN lebih kecil sehingga tegangan akan lebih tinggi. Hal tersebut membuat tegangan yang masuk saat baru diaktifkan oleh PLN lebih tinggi. Oleh karena itu, untuk mencegah agar peralatan elektronik tidak rusak karenanya perlu sebuah alat untuk menunda waktu dan dapat membaca tegangan. Alat tersebut dapat menunda waktu saat PLN telah Online kembali dan menunggu hingga tegangan tersebut stabil baru disambungkan ke beban. Dengan cara demikian alat elektronik akan lebih aman dan awet.

Untuk membuat alat penunda dan pembaca tegangan dibutuhkan sebuah studi atau penelitian. Kesempatan ini digunakan oleh penulis untuk merancang dan membangun sebuah sistem pengaman alat elektronik dari tegangan start yang tinggi. Alat berbasiskan sebuah kontroler Arduino dengan beberapa komponen pendukung seperti display,

sensor dan relay. Alat akan bekerja sebagai penunda waktu saat PLN ON kembali, setelah itu Arduino akan membaca tegangan PLN dan menampilkannya pada display LCD. Jika tegangan masih tinggi Arduino akan tetap menunggu hingga tegangan telah stabil atau dibawah 225V. Setelah tegangan stabil, arduino baru akan mengaktifkan relay untuk mengalirkan arus ke rumah atau peralatan listrik.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diambil tujuan dari penelitian sebagai berikut untuk dapat mengontrol peralatan elektronik rumah tangga terhadap pemadaman secara tiba tiba dan tegangan berlebih. untuk dapat merancang sistem interface pengaman. dan untuk dapat merakit hardware di peralatan yang dapat diimplementasikan.

Berdasarkan dari tujuan tersebut, maka diambil manfaat dari penelitian sebagai berikut bermanfaat untuk mengamankan peralatan listrik dari kerusakan akibat seringnya pemadaman, membuat umur pemakaian alat elektronik lebih awet atau tahan lama, dan mempermudah pihak restoran untuk mengetahui pemasukan keuangan.

METODE PENELITIAN

Menurut Chrystanti dan Wardati (2011) “Bagan alir (flowchart) adalah bagan yang menggambarkan urutan instruksi proses dan hubungan satu proses dengan proses lainnya menggunakan simbol-simbol tertentu. Bagan alir digunakan sebagai alat bantu komunikasi dan dokumentasi”. Flowchart membantu programmer untuk memecahkan masalah kedalam segmen-segmen yang lebih kecil dan membantu dalam menganalisis alternatif-alternatif lain dalam proses pengoperasian. Gambaran flowchart dinyatakan dengan simbol, dengan demikian setiap simbol menggambarkan proses tertentu. Sedangkan hubungan antar proses digambarkan dengan garis penghubung.

Dari susunan bahan semikonduktor yang digunakan, transistor dapat dibedakan menjadi dua buah tipe yaitu transistor tipe PNP dan transistor tipe NPN. Pada prinsipnya transistor sama dengan dua buah dioda yang disusun saling bertolak belakang

Dioda adalah komponen elektronika yang hanya memperbolehkan arus listrik mengalir dalam satu arah sehingga dioda biasa disebut juga sebagai “Penyearah” Dioda terbuat dari bahan semikonduktor jenis silicon dan germanium. Dioda terbuat dari penggabungan dua tipe semikonduktor yaitu tipe P (Positive) dan tipe N (Negative), kaki dioda yang terhubung pada semikonduktor tipe P dinamakan “Anode” sedangkan yang terhubung pada semikonduktor tipe N disebut “Katode”. Pada bentuk

aslinya pada dioda terdapat tanda cincin yang melingkar pada salah satu sisinya, ini digunakan untuk menandakan bahwa pada sisi yang terdapat cincin tersebut merupakan kaki Katode.

Arus listrik akan sangat mudah mengalir dari anoda ke katoda hal ini disebut sebagai “Forward-Bias” tetapi jika sebaliknya yakni dari katoda ke anoda, arus listrik akan tertahan atau tersumbat hal ini dinamakan sebagai “Reverse-Bias”.

Relay merupakan bentuk hambatan terdiri atas titik-titik kontak bawah dengan gulungan spool-nya tidak bergerak dan titik kontak bagian atas yang bergerak. Prinsip kerja hambatan adalah menghubungkan titik-titik kontak bagian bawah dengan titik bagian atas yaitu terletak gulungan spool dialiri arus listrik yang timbul elektromagnet. (Handy Wicaksono,1996,1-12).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode perancangan dan pengembangan, yaitu suatu metode yang digunakan untuk membangun sebuah objek penelitian. Objek yang akan dibahas dirancang dan dibangun hingga menjadi suatu sistem sesuai dengan topik yang akan dibahas. Dalam hal ini adalah suatu sistem atau rangkaian yang berfungsi sebagai pengaman alat elektronik. Sistem yang dirancang dibahas bagian demi bagian tentang fungsi dan prinsip kerjanya. Selanjutnya proses pengujian dilakukan pada tiap komponen utama untuk memperoleh data analisa dan spesifikasi alat.

Adapun beberapa metode pengumpulan data yang dilakukan oleh penulis dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Wawancara (*Interview*)

Merupakan suatu pengumpulan data yang dilakukan dengan tanya jawab atau dialog secara langsung dengan pihak-pihak yang terkait dengan penelitian yang dilakukan. Dalam hal ini penulis melakukan tanya jawab kepada pemilik restoran lesehan Taman Keraton.

2. Pengamatan (*Observasi*)

Merupakan metode pengumpulan data dengan cara mengadakan tinjauan secara langsung ke objek yang diteliti. Untuk mendapatkan data yang bersifat nyata dan meyakinkan maka penulis melakukan pengamatan langsung Lab Robotika Teknik Informatika Institut Teknologi Medan.

3. Studi Pustaka

Untuk mendapatkan data-data yang bersifat teoritis maka penulis melakukan pengumpulan data dengan cara membaca dan mempelajari buku-

buku, makalah ataupun referensi lain yang berhubungan dengan masalah yang dibahas.

4. Pengujian Sistem

Dilakukan dengan mengadakan percobaan dan pengujian pada sistem agar menjadi satu kesatuan yang utuh dan diperoleh hasil yang maksimal.

Rangkaian sistem pengaman bekerja berdasarkan program yang telah dibuat dan diunggah pada ic mikrokontroler. Dalam hal ini ,saat sistem diberi input tegangan program akan aktif dan mulai membaca tegangan input tersebut sambil menghitung waktu tundaan. Jika tegangan yang terbaca terlalu tinggi maka tundaan akan diperpanjang hingga tegangan mencapai tegangan normal yaitu tidak melampaui 225V. Saat tegangan telah stabil dibawah 225V, program akan delay 5 detik kemudian mengaktifkan relay untuk menghidupkan beban. Untuk seterusnya jika tegangan kembali tidak stabil misalnya melebihi 225V atau kurang dari 180V, program akan memutuskan arus ke beban dengan menonaktifkan relay.

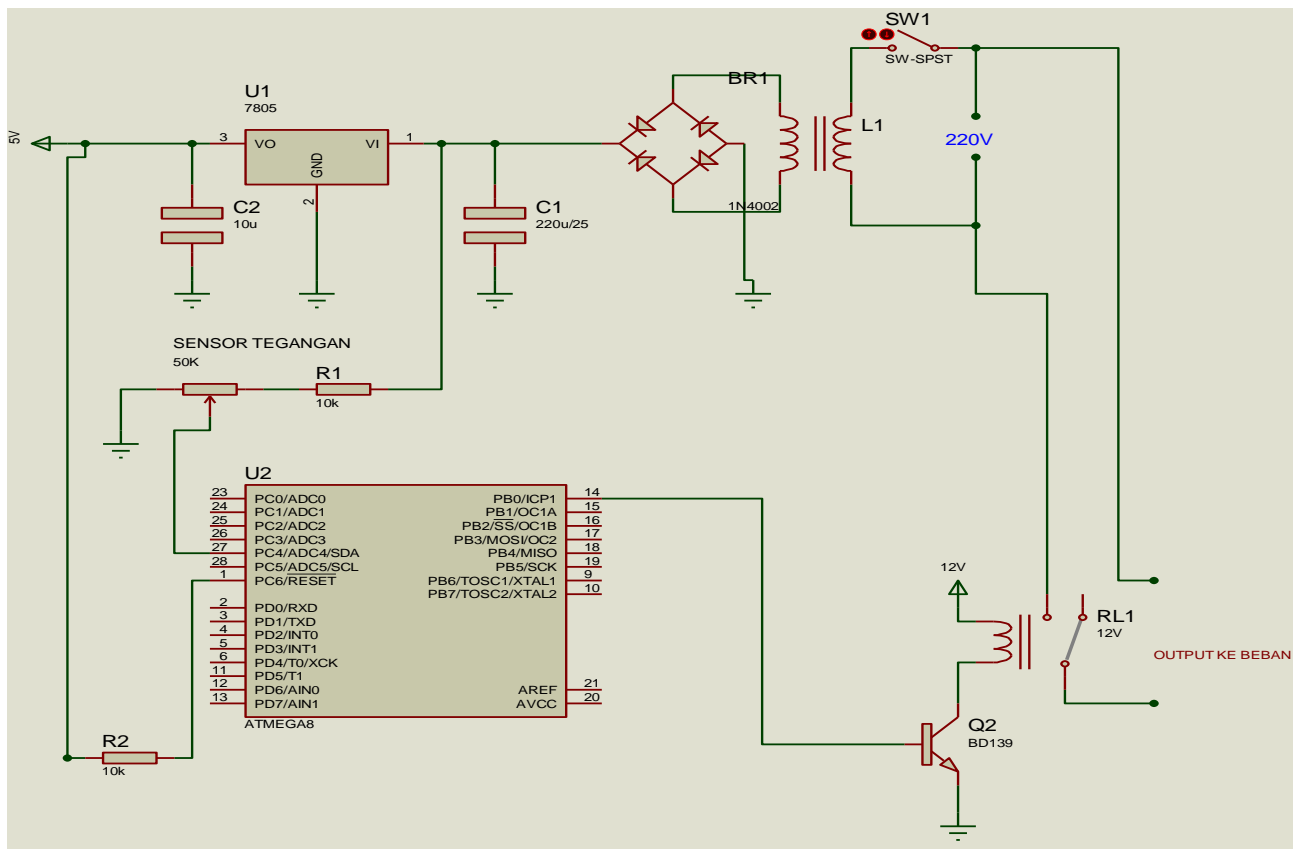
Adapun bahan yang digunakan dalam pembuatan sistem adalah komponen-komponen elektronik seperti terlihat pada bagian berikut ini:

A. Hardware

1. IC mikrokontroler atmega 8
2. IC AN 7805
3. Kapasitor 220uF/50V, 10uF/50V dll.
4. Relay 12V
5. Kristal 4 mHz
6. Resistor 10K dll.
7. Transistor BD139
8. PCB Tercetak
9. Kabel
10. Soket IC 28 pin
11. Terminal dan sebagainya.
12. Catu daya 12V/1A

B. Software

1. CodeVisionAVR (Software Programming)
2. Proteus (Software Simulasi Perancangan Prototype)
3. Extreme Burner (Software Memasukan Data ke Alat)



Gambar 1. Rangkaian system pengaman peralatan elektronik.

Adapun fungsi tiap komponen adalah :

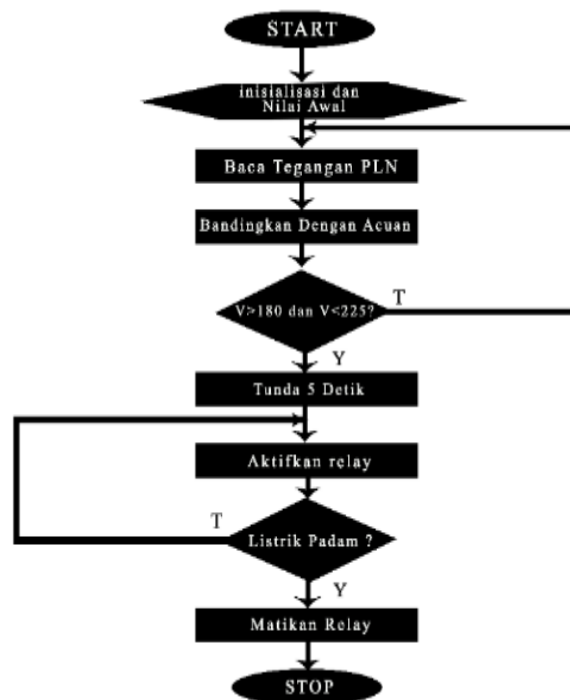
1. **Mikrokontroler** sebagai pengontrol utama yaitu mengendalikan proses tundaan dan membaca tegangan. Saat tegangan telah stabil, mikrokontroler akan mengaktifkan relay untuk mengalirkan arus kebeban.
2. **Sensor tegangan** sebagai komponen yang berfungsi mendeteksi atau membaca tegangan PLN. Sensor berupa resistor pembagi tegangan yang dibuat dengan sebuah potensiometer 50 K ohm.
3. **Relay** berfungsi sebagai pemutus dan penghubung arus. Dalam hal ini tugas relay adalah memutuskan arus saat start atau saat tegangan diatas 225V. Saat tegangan telah stabil, relay akan dihidupkan untuk mengalirkan arus kebeban. Dengan kata lain, relay adalah saklar elektronik yang dikontrol dengan menggunakan arus listrik.
4. **Driver transistor** sebagai penguat arus untuk menguatkan arus agar dapat mengendalikan atau mengaktifkan sirene. Tipe penguat yang digunakan adalah transistor BD139. Tipe transistor ini adalah NPN dengan emitor terhubung dengan ground dan kolektor terhubung pada relay.
5. **Catu daya** sebagai pemberi energi pada rangkaian sehingga dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Catu daya yang digunakan adalah 12V dan 5V dengan arus 1A yang diperoleh dari sebuah trafo stepdown dan penyearah.

Pada Gambar 2 menunjukkan diagram alir sistem yang dirancang yang merupakan aliran program yang dibuat dalam bentuk diagram. Dimulai dengan inisialisasi dan nilai awal. Yaitu memberikan nilai

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian adalah suatu pengaman peralatan listrik dari kerusakan akibat lonjakan tegangan *start* saat PLN tiba-tiba memberi suplai. Rangkaian pengaman dibuat dengan komponen elektronik analog dan digital. Metode sistem pengaman ini termasuk baru dengan beberapa keuntungan dan kekurangannya. Konsepnya adalah dengan melakukan penundaan waktu dan mendeteksi tegangan saat *start*. Pada waktu terjadi pemadaman listrik PLN dan saat aktif kembali, rangkaian pengaman akan menunda waktu sebelum

awal dan menentukan parameter misalnya input/output dan komponen eksternal misalnya *relay*.



Gambar 2. Flowchart sistem

Selanjutnya kontroler akan membaca input melalui sensor tegangan. Jika terdeteksi tegangan yang tinggi program akan menunda pengaktifan relay dengan membandingkannya pada suatu nilai konstanta, dalam hal ini adalah 225V. Bila sinyal tegangan sensor lebih besar dari konstanta tersebut, program akan menunda waktu beberapa saat hingga tegangan kembali normal dibawah 225V. Saat tegangan telah stabil, program mengaktifkan relay dan terus memantau tegangan, sehingga jika tegangan kembali naik program akan mematikan relay kembali.

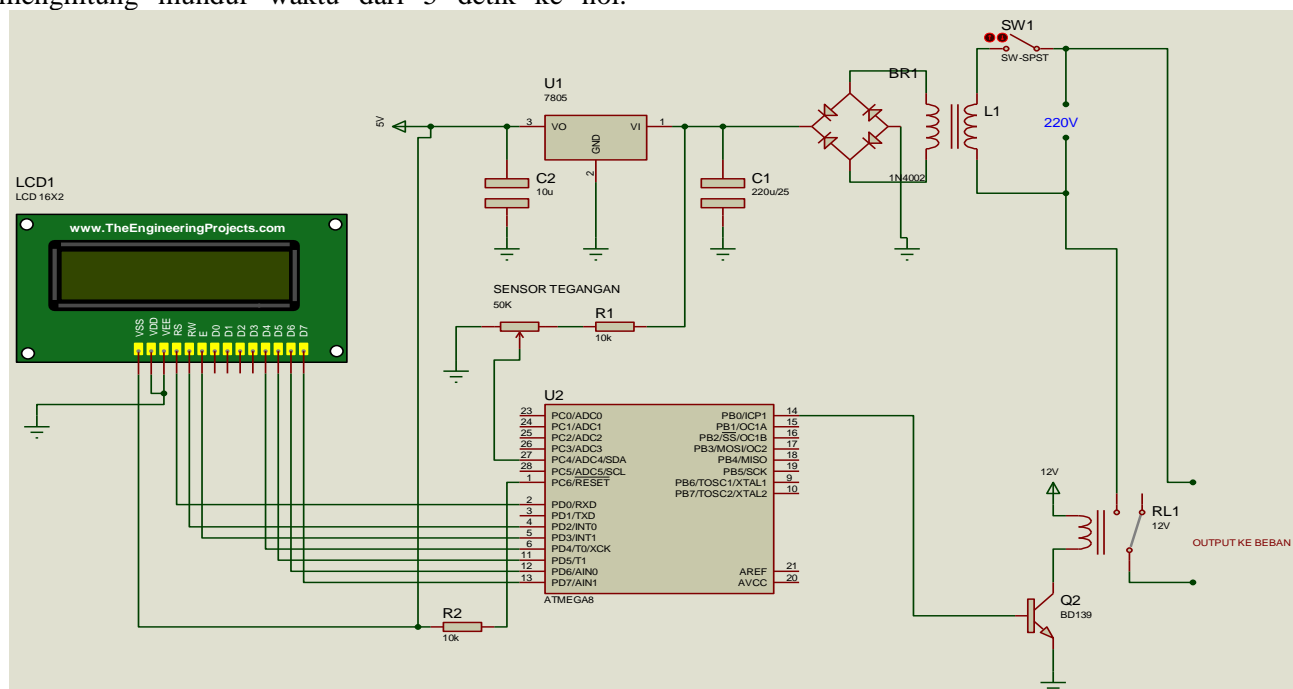
menghidupkan beban perumahan. Penundaan waktu kira-kira 5 detik dan selama itu dilakukan pembacaan tegangan, jika tegangan PLN tidak mencukupi atau bahkan melebihi tegangan standar yaitu 220V maka sistem pengaman akan memberikan sinyal peringatan berupa *buzzer*. Beban juga tidak akan diaktifkan jika tegangan tidak melebihi batas toleransi yaitu 200 hingga 225V.

Rancangan ini menggunakan komponen-komponen elektronika seperti sensor tegangan, *display*, *relay* dan kontroler. Sensor tegangan merupakan komponen analog yang berfungsi mengubah besaran analog dari energi listrik menjadi

besaran digital yang dapat dibaca oleh kontroler. Tegangan diubah menjadi data digital oleh konverter analog. ADC merupakan bagian dari mikrokontroler atmega 8.

Data hasil konversi yang diolah secara digital melalui program yang dibuat. Kalibrasi nilai dilakukan pada program yaitu mengalikan dengan sebuah konstanta. Hasil kalibrasi akan ditampilkan pada layar LCD sehingga dapat dipantau oleh *user*. Selain tampilan tegangan, LCD juga menampilkan waktu tundaan yaitu hitungan mundur waktu untuk *start*. Prinsip kerja sistem adalah saat *start* yaitu aktif kembalinya listrik PLN setelah pemadaman, rangkaian sistem pengaman akan aktif dan mulai menghitung mundur waktu dari 5 detik ke nol.

Rangkaian juga membaca tegangan masuk PLN saat itu kemudian menampilkannya pada *display*. Jika tegangan berkisar 200V hingga 225V maka setelah 5 detik berlalu, rangkaian akan mengaktifkan *relay* untuk mengalirkan arus ke beban atau peralatan listrik yang ada. Tetapi jika tegangan dibawah 200V atau diatas 225V maka rangkaian tidak akan mengaktifkan *relay* sehingga beban tetap dalam keadaan *off*. Untuk mengetahui kinerja alat maka akan dilakukan beberapa pengujian pada bab ini, dimulai pengujian komponen hingga pengujian keseluruhannya. Gambar skematis rangkaian pengaman diperlihatkan pada gambar 3 dibawah ini :



Gambar 3. Skematik Pengaman Listrik Berbasis Mikrokontroler Atmega 8

Pengujian sistem dilakukan setelah semua komponen tersedia dan peralatan pengukuran juga telah dipersiapkan seperti voltmeter, amperemeter, dan lain-lain. Beberapa pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sensor, pengujian kontroler, pengujian hasil kalibrasi dan *output*. Pengujian dilakukan dengan mengukur, menghitung dan menganalisa data hasil pengukuran. Berikut adalah data hasil pengukuran yang dilakukan pada masing-masing komponen.

Sensor tegangan berfungsi mendeteksi besar tegangan dan mengeluarkannya sebagai tegangan juga tapi dengan level yang lebih kecil. Penurunan tegangan dilakukan oleh *stepdown* dan satu arah oleh diode pengarah. *Output* pengarah disesuaikan dengan level pembacaan mikrokontroler yaitu 0 - 5V.

Pengujian sensor dilakukan dengan memberikan *input* tegangan yang berbeda melalui sebuah slide transformer yaitu trafo yang dapat mengatur tegangan. Pengukuran dilakukan pada masukan dan keluaran sensor. Data hasil pengukuran sensor adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Pengujian Sensor Tegangan

Vin (PLN)	Vout (sensor)
160V	1.59V
170V	1.70V
180V	1.80V
190V	1.91V
200V	2.01V
210V	2.10V
220V	2.21V
230V	2.30V
240V	2.40V
250V	2.51V
260V	2.60V

Analisa:

Dari hasil pengukuran diatas dapat dicari nilai konstanta kalibrasi yaitu perbandingan antara *input* dengan *input*

Pengujian Mikrokontroler Atmega 8 D

Pengujian mikrokontroler bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian mikrokontroler telah terangkai dengan benar dan bekerja atau tidak. Untuk itu dilakukan pengujian dengan membuat sebuah program akses *port* dan dilakukan perbandingan antara program dengan hasil pengukuran. Tegangan keluaran dibandingkan dengan perintah dalam program. Jika terdapat perbedaan logika maka mengisyaratkan ada kesalahan dan artinya kontroler belum bekerja sesuai program.

Tabel 2. Data Tegangan Hasil Pengukuran Port Mikrokontroler Atmega 8

Port B	Port C	Port D
PB.0 → 0,01	PC.0 → 5,01	PD.0 → 0,01
PB.1 → 0,00	PC.1 → 0,00	PD.1 → 5,00
PB.2 → 0,0	PC.2 → 5,00	PD.2 → 0,00
PB.3 → 0,0	PC.3 → 0,00	PD.3 → 5,00
PB.4 → 5,01	PC.4 → 5,01	PD.4 → 0,01
PB.5 → 5,00	PC.5 → 0,00	PD.5 → 5,00
PB.6 → 5,01	PC.6 → 5,01	PD.6 → 0,01
PB.7 → 5,01		PD.7 → 5,01

Sesuai ketentuan tegangan 5 V adalah logik 1 dan tegangan 0V adalah logik 0, Dengan demikian data logik keluaran tiap *port* adalah :

Analisa :

Dari data diatas dibandingkan dengan data program dan dapat dilihat adanya kesamaan logik antara program dengan keluaran tiap *port*. Hasil menunjukkan tidak terdapat perbedaan, sehingga dapat dikatakan rangkaian kontroler bekerja dengan baik.

Pengujian Catu Daya Sistem

Catu daya yang digunakan adalah trafo *stepdown*. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran catu daya saat berbeban dan tanpa beban. Terdapat 2 tes *tpoint output* yaitu *output* setelah pengarah dan *output* setelah regulator 7805. Berikut adalah data hasil pengukuran catu daya :

Tabel 3. Hasil Pengujian Catu Daya

Kondisi	Output dc	Output regulator
Tanpa beban	13,7 V	5,01 V
Dengan beban	12,2 V	5,00 V

Pembahasan:

Dari pengukuran diatas dapat diambil kesimpulan bahwa tegangan yang dihasilkan telah memenuhi kebutuhan rangkaian yang dibuat yaitu 12V dan 5V. Dengan demikian pengujian ini dinyatakan berhasil. Pengujian *Display LCD M1632* untuk menguji fungsi LCD maka harus dibuat program yang khusus untuk menampilkan sebuah kalimat atau kata-kata pada *display* tersebut. Untuk itu program dibuat dengan bahasa C, kemudian diunduh pada kontroler.

Berikut adalah *list* program yang dibuat untuk pengujian tersebut. Setelah diunduh dan dijalankan pada kontroler atmega 8A, maka pada *display LCD* akan muncul kata "SISTEM AMAN" pada baris pertama dan "TEGANGAN LISTRIK" pada baris kedua. Dengan *display* seperti itu maka pengujian *display LCD* dinyatakan telah bekerja dengan baik sesuai program, sehingga pengujian *display* berhasil.

Pengujian Display LCD M1632

Untuk menguji fungsi LCD maka harus dibuat program yang khusus untuk menampilkan sebuah kalimat atau kata-kata pada *display* tersebut. Untuk itu program dibuat dengan bahasa C, kemudian diunduh pada kontroler. Berikut adalah *list* program yang dibuat untuk pengujian tersebut. Setelah diunduh dan

dijalankan pada kontroler atmega 8A, maka pada *display* LCD akan muncul kata "SISTEM AMAN" pada baris pertama dan "TEGANGAN LISTRIK" pada baris kedua. Dengan *display* seperti itu maka pengujian *display* LCD dinyatakan telah bekerja dengan baik sesuai program, sehingga pengujian *display* berhasil.



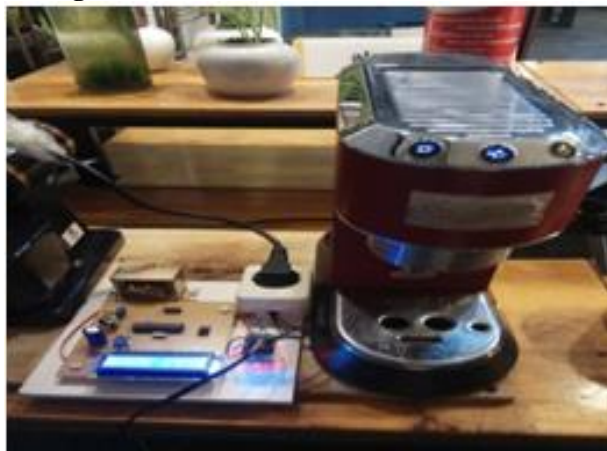
Gambar 4. Foto Hasil Pengujian LCD

Gambar diatas merupakan hasil pengujian program untuk menampilkan data jumlah aliran listrik yang masuk. Jumlah maksimal karakter lcd adalah enam belas karakter kali dua baris. Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa rangkaian dan program pada lcd berfungsi dengan baik sesuai dengan rancangan yang telah dibuat.

Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Setelah proses pengujian dari tiap bagian selesai dilakukan, maka dilakukan pengujian keseluruhan sistem yang merupakan kombinasi dari percobaan sebelumnya. Sistem Percobaan dengan alat elektronik seperti pada gambar 5 berikut ini.

Pengujian Alat Terhadap Mesin Kopi Espresso Delongi



Gambar 5. Pengujian Alat Terhadap Mesin Kopi Delongi

Pengujian alat secara keseluruhan ini merupakan gabungan dari pengujian-pengujian tiap bagian *input* dan *output* yang telah dilakukan sebelumnya.

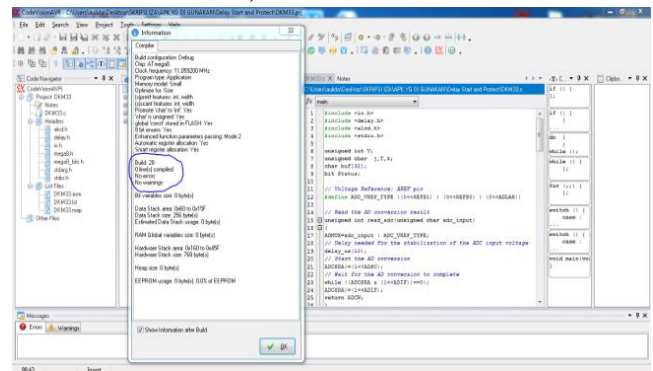


Gambar 6. Jumlah Aliran Listrik Yang Diterima Oleh Mesin Kopi Espresso Delongi Sebanyak 220v

Aliran Listrik yang di terima oleh alat dari aliran listrik PLN adalah sebanyak <220v dan apabila aliran listrik yang diterima oleh Alat >235 Mesin Kopi Delongi Tersebut Tidak akan Hidup

Pengujian Aplikasi

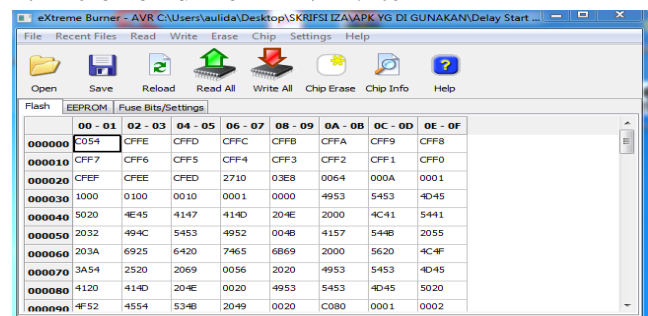
1. CodeVisionAVR 3,27



Gambar 7. Tampilan Aplikasi

Gambar tersebut merupakan rancangan pengcodangan menggunakan aplikasi Code Vasion AVR. Yang dilingkari tersebut merupakan data No Eror yang disampaikan aplikasi bahwasanya codingan yang telah dirangkai tidak ada terjadi Eror.

2. Extreme Bunner – AVR v1.0



Gambar 8. Tampilan Aplikasi

Gambar diatas merupakan aplikasi yang digunakan untuk mengkompail coding yang telah dibuat dari aplikasi Code Vasion AVR ke dalam Alat dengan menggunakan aplikasi Extreme Bunner dan menggunakan USB AVP.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari Jurnal ini adalah sebagai berikut:

1. Alat Pengamanan peralatan listrik dari tegangan start dapat dibangun dengan menggunakan komponen elektronik seperti sensor tegangan, display lcd, relay dan sebuah mikrokontoler avr
2. Alat bekerja berdasarkan waktu tundaan dan sebelum mengaktifkan relay rangkaian akan membaca tegangan masuk terlebih dahulu apakah tegangan telah memenuhi standar atau tidak.
3. Kalibrasi data sensor dilakukan dengan dilakukan dengan bantuan perangkat lunak yang dibuat dengan bahasa C, yaitu mengubah data sensor menjadi tegangan sebenarnya.
4. Kelebihan alat yang dibuat dengan alat untuk *delay start* yang lain adalah bahwa alat telah dilengkapi pembaca tegangan dan display LCD, sehingga tegangan masuk yang tidak memenuhi syarat, relay tidak akan di hidupkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi winoto, 2006, Balajar Miikrokontroler Atmel AVR ATtiny 2313 step by step, penerbit Gaya Media Yogyakarta.
- Bagus Hari Sasongko, 2012, Pemrograman Mikrokontroler dengan bahasa C, penerbit Andi Offset, Jogyakarta.
- Dayat Kurniawan 2010, Aplikasi elektronika dengan bahasa C, Elex media Komputindo, Jakarta
- I Made Joni & Budi Raharjo 2006, Pemrograman C dan implementasinya, penerbit Informatika, Bandung.
- Jazi Eko Istiyanto, 2013, Pengantar Elektronika & Instrumentasi, Penerbit Andi, Jogyakarta.
- Lingga Wardhana, 2007, Mikrokontroler AVR seri Atmega 8535, Penerbit Andi, Jogyakarta.
- Mohammad Mohsin, ST., 2004 Elektronika Digital teori dan penyelesaian soal, Penerbit Andi, Jogyakarta
- Penerbit : INFORMATIKA, Jakarta.
- Richard Blocher 2009, Dasar Elektronika, Penerbit Andi, Jogyakarta.
- Sugiri, A. Md., S. Pd, 2008, Elektronika Dasar & Peripheral Komputer, Penerbit Andi, Jogyakarta.
- Sulhan Setiawan, 2008, Mudah dan Menyenangkan Belajar Mikrokontroler, Penerbit Andi, Jogyakarta.
- Syahban Rangkuti 2011, Mikrokontroler ATMEL AVR (ISIS Proteus dan CodeVisionAVR) + CD